

事務連絡  
2003年10月16日

SUGHRUE MION, PLLC  
岸本 芳也 様

Q77859  
〒305-8568  
茨城県つくば市梅園1-1-1  
独立行政法人産業技術総合研究所  
知的財産部 管理室 逆井 清美  
TEL 029-861-3281  
FAX 029-861-5257  
Email : k.sakasai@aist.go.jp

優先権証明書類の送付

下記米国出願の優先権証明を同封いたします。  
よろしくお取り計らい下さいますようお願い申し上げます。

整理番号 : AIST310-03021  
日本出願番号 : 特願2003-123782

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日      2003年  4月28日  
Date of Application:

出願番号      特願2003-123782  
Application Number:

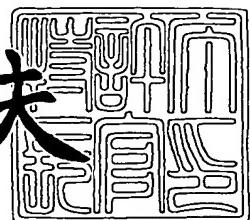
[ST. 10/C] : [JP 2003-123782]

出願人      独立行政法人産業技術総合研究所  
Applicant(s):

2003年 9月 9日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



**【書類名】**

特許願

**【整理番号】**

310-03021

**【特記事項】**

特許法第30条第1項の規定の適用を受けようとする特許出願

**【あて先】**

特許庁長官殿

**【国際特許分類】**

G01R 35/00

**【発明者】****【住所又は居所】** 茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内**【氏名】** 吉田 春雄**【発明者】****【住所又は居所】** 茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内**【氏名】** 松本 弘一**【発明者】****【住所又は居所】** 茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内**【氏名】** 檜野 良穂**【発明者】****【住所又は居所】** 茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内**【氏名】** 新井 優**【発明者】****【住所又は居所】** 宮城県仙台市青葉区片平2-1-1 東北大学 電気通信研究所内**【氏名】** 中沢 正隆

**【特許出願人】**

【識別番号】 301021533

【氏名又は名称】 独立行政法人産業技術総合研究所

【代表者】 吉川 弘之

【電話番号】 029-861-3280

【その他】 国等の委託研究の成果に係る特許出願（平成15年度、  
新エネルギー・産業技術総合開発機構 計量器校正情報  
システムの研究開発、産業活力再生特別措置法第30条  
の適用を受けるもの）

**【提出物件の目録】**

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 計量機器の遠隔校正システム、および、計量機器の遠隔校正方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 遠隔地にある計量機器を構成するシステムであって、  
高精度の標準を有する標準機関側においては、  
計測の基準となる物理標準を、通信媒体を介して伝送するための伝送可能信号  
に変換する変換手段を備え；  
前記伝送可能信号を受信した当該遠隔地側においては、  
前記伝送可能信号に基づいて計測標準に復元し、被校正機器を校正する校正手  
段を備え；  
前記校正による不確かさ評価を伴なった精密測定の結果に応じて、前記高精度  
の標準を有する標準機関が認証することを特徴とする、計量機器の遠隔校正シス  
テム。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の遠隔校正システムにおいて、  
前記物理標準として、周波数情報に関連した標準、または、周波数情報に関連  
しない標準を用いることを特徴とする、計量機器の遠隔校正システム。

【請求項 3】 遠隔地にある計量機器を構成するシステムであって、  
高精度の標準を有する標準機関側においては、  
計測の基準となる物理標準もしくは化学標準またはこれらの物理的仲介器を輸  
送する輸送手段を備え；  
前記物理標準もしくは化学標準またはこれらの物理的仲介器を受信した当該遠  
隔地側においては、  
前記物理標準もしくは化学標準またはこれらの物理的仲介器に基づいて被校正  
機器を校正する校正手段を備え；  
前記校正による不確かさ評価を伴なった精密測定の結果に応じて、前記高精度  
の標準を有する標準機関が認証することを特徴とする、計量機器の遠隔校正シス  
テム。

【請求項 4】 請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の遠隔校正システムにお

いて、さらに加えて、

前記標準機関側および前記遠隔地側の各手段を相互結合するための遠隔校正ネットワークを備え、

前記遠隔校正ネットワークにつながった複数の機関が保有している同一標準を互いに監視することにより、校正動作の確認およびその精度の確認を行うことを特徴とする、計量機器の遠隔校正システム。

**【請求項 5】 計量機器の遠隔校正方法として、**

高精度の標準を持つ標準機関において、計測の基準となる物理標準を通信手段を介して伝送するための伝送可能信号に変換するステップと、

前記通信手段を介して所定の遠隔地に伝送するステップと、

前記伝送可能信号が到着した目的地の標準機関、あるいは企業において当該計測標準に復元することにより校正を行うステップと、

前記校正による不確かさ評価を伴なった精密測定の結果に応じて、より高精度の標準を持つ標準機関が認証するステップと、

を有することを特徴とする、計量機器の遠隔校正方法。

**【請求項 6】 計量機器の遠隔校正方法として、**

高精度の標準を持つ標準機関において、計測の基準となる物理量を通信手段を介して伝送できる形態の伝送可能信号として生成するステップと、

前記通信手段を介して所定の遠隔地に伝送するステップと、

前記伝送可能信号が到着した目的地の標準機関、あるいは企業において当該計測標準に復元することにより校正を行うステップと、

前記校正による不確かさ評価を伴なった精密測定の結果に応じて、前記高精度の標準を有する標準機関が認証するステップと、

を有することを特徴とする、計量機器の遠隔校正方法。

**【請求項 7】 計量機器の遠隔校正方法として、**

高精度の標準を持つ標準機関において、計測の基準となる物理標準もしくは化学標準またはこれらの物理的仲介器を遠隔地に輸送するステップと、

前記物理標準もしくは化学標準またはこれらの物理的仲介器を受信した当該遠隔地側において、該物理標準もしくは化学標準またはこれらの物理的仲介器に基

づいて被校正機器を校正するステップと、

前記校正による不確かさ評価を伴なった精密測定の結果に応じて、前記高精度の標準を有する標準機関が認証するステップと、  
を有することを特徴とする、計量機器の遠隔校正方法。

**【請求項 8】** 請求項 5ないし 7のいずれかに記載の遠隔校正方法を用いて  
、上位の標準機関またはそれに準じる機関から、被校正機関または企業への標準  
供給を行うに際して、

標準供給の階層構造数を低減させることを特徴とする、計量機器の遠隔校正方  
法。

**【請求項 9】** 請求項 5ないし 7のいずれかに記載の遠隔校正方法において  
、さらに加えて、

請求項 5ないし 7のいずれかに記載の遠隔校正方法を実行するための遠隔校正  
ネットワークを形成し、該遠隔校正ネットワークにつながった複数の機関が保有  
している同一標準を相互監視することにより、校正動作の確認およびその精度の  
確認を行うステップ、

を有することを特徴とする、計量機器の遠隔校正方法。

**【請求項 10】** 請求項 9に記載の遠隔校正方法において、  
前記相互監視を行うステップは、一国内の標準機関間のみならず、国際的にま  
たがった標準機関間においても相互監視を行うことを特徴とする、計量機器の遠  
隔校正方法。

**【請求項 11】** 請求項 9に記載の遠隔校正方法において、  
前記高精度の標準を持つ標準機関は上位標準機関であり、該上位標準機関から  
光の周波数情報を含む周波数情報、および、周波数情報に変換できる物理量を前  
記通信手段を介して遠隔地にある被校正機関に伝送し、当該周波数情報が到着し  
た地点において計測標準に復元することにより校正を行い、

前記校正の結果に応じて、前記上位標準機関から、所定の通信手段を介して前  
記被校正機関に認証結果が伝達される、  
ことを特徴とする、計量機器の遠隔校正方法。

**【請求項 12】** 請求項 11に記載の遠隔校正方法において、

前記上位標準機関および前記被校正機関は、人工衛星を同時に観察できる2地点に位置しており、該人工衛星の信号源から送られてくる信号を媒体として周波数校正を行う、

ことを特徴とする、計量機器の遠隔校正方法。

【請求項13】 請求項11に記載の遠隔校正方法において、

前記上位標準機関および前記被校正機関は、人工衛星を同時に観察できる2地点に位置しており、

前記人工衛星の信号源に含まれている基準クロック信号と、周波数制御可能な発振器の分周信号とを比較し、その誤差信号がゼロになるように前記周波数制御可能な発振器に帰還することにより、遠隔地において周波数標準の復元を行う、ことを特徴とする、計量機器の遠隔校正方法。

【請求項14】 請求項12または13に記載の遠隔校正方法において、

前記人工衛星は、全地球測位システム用衛星または準天頂衛星である、ことを特徴とする、計量機器の遠隔校正方法。

【請求項15】 請求項12または13に記載の遠隔校正方法において、

前記人工衛星から複数の周波数情報を受信することにより、上空の人工衛星に搭載されている電波発振物体と、地上の受信施設との間にある雲もしくは水蒸気を含む誘電物質による電波伝播遅延時間に基づく誤差を最小化せしめる、ことを特徴とする、計量機器の遠隔校正方法。

【請求項16】 請求項11に記載の遠隔校正方法において、

前記計測標準として復元した周波数標準を基に、物理法則により周波数に直結する物理量を復元することを特徴とする、計量機器の遠隔校正方法。

【請求項17】 請求項16に記載の遠隔校正方法において、

前記物理法則により周波数に直結する物理量として、ジョセフソン電圧を用いることを特徴とする、計量機器の遠隔校正方法。

【請求項18】 請求項16に記載の遠隔校正方法において、

前記復元した周波数標準から電圧標準に変換し、その復元した電圧標準を基に、電圧に変換した物理量を遠隔校正することを特徴とする、計量機器の遠隔校正方法。

【請求項 19】 請求項 6 に記載の遠隔校正方法において、

前記高精度の標準を持つ標準機関である上位標準機関では、光通信伝送路と一体になった物理標準生成手段によって物理標準を発生し、

前記光通信伝送路を介して遠隔地にある被校正機関に前記物理標準を伝送し、  
伝送された前記物理標準が到着した地点において計測標準に復元することにより校正を行い、

前記校正の結果に応じて、前記上位標準機関から、所定の通信手段を介して前記被校正機関に認証結果が伝達される、

ことを特徴とする、計量機器の遠隔校正方法。

【請求項 20】 請求項 6 に記載の遠隔校正方法において、

前記高精度の標準を持つ標準機関は上位標準機関であり、該上位標準機関において基準となる物理量との干渉信号を光通信伝送路を介して遠隔地にある被校正機関に伝送し、

伝送された前記干渉信号が到着した地点において計測標準に復元することにより校正を行い、

前記校正の結果に応じて、前記上位標準機関から、所定の通信手段を介して前記被校正機関に認証結果が伝達される、

ことを特徴とする、計量機器の遠隔校正方法。

【請求項 21】 請求項 7 に記載の遠隔校正方法において、

前記物理的仲介器としての物理標準あるいは化学標準の特性に影響を与える輸送途中の環境をモニタリングして記録し、

目的地に到着後は直ちに、より高精度の標準を持つ標準機関が所定の通信手段を介して当該記録を分析し、仲介器として満たすべき特性要件を損なうことの無い適切な輸送環境条件範囲内であったか否かを判断し、

前記物理的仲介器による校正結果が許容範囲内にある場合、上位標準機関である前記高精度の標準を持つ標準機関から、前記被校正機関に対して通信により認証結果が伝達される、

ことを特徴とする、計量機器の遠隔校正方法。

【請求項 22】 請求項 7 に記載の遠隔校正方法において、

前記輸送途中の環境として、温度、湿度、気圧、振動加速度、衝撃を記録することを特徴とする、計量機器の遠隔校正方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

###### 【発明の属する技術分野】

本発明は、計量機器の遠隔校正システム、および、計量機器の遠隔校正方法に関するものである。

##### 【0002】

###### 【従来の技術】

一般に知られているように、計量器に対する計量標準供給体系は「トレーサビリティ体系」と称されている。

##### 【0003】

従来から現在に至るまで行われている計測標準量の供給方法は、上位の標準（より精度の高い標準）のあるところへ下位（より精度の低い標準）の標準を持ち込んで校正する、いわゆる階層性をもった「持ち込み」標準手法である（例えば、「非特許文献1」に記載されている図2. 4 「トレーサビリティ体系」参照）。そして、上位の標準を持つ機関から下位の標準を持つ機関に対して校正証明書が発行される。日本の計量標準供給体系としては、J C S S (Japan Calibration Service System) が知られている。

##### 【0004】

より具体的に述べると、「持ち込み」標準のための階層は数段階あり、最上位の校正機関は国立標準研究所である。この最上位の校正機関として、日本の場合には、独立行政法人 産業技術総合研究所の計量標準研究センター（N M I J）があたっている。

##### 【0005】

一方、諸外国についてみると、米国においては、N I S Tを中心としたS I M net（S I MはInteramerican Metrology Systemからとったもので、netはinternetを介した校正という意味である）と称する遠隔校正の研究が進みつつある。このS I M netは、現段階ではN I S Tで校正済みの直流電圧、電流、抵抗などの測

定機能をもったデジタルボルトメータ（DVM）を中南米諸国を巡回させ、各国の標準との比較結果をインターネットでNISTに報告させてている。しかし、情報通信網のサイバーテロに備えてNISTのインターネット・セキュリティ（ファイアウォール）が著しく厳密になっていることから、中南米諸国との校正結果のやり取りに支障が生じている現状である。

### 【0006】

#### 【非特許文献1】

（社）電子情報通信学会編、（株）コロナ社、都築泰雄著、「電子計測（改定版）」、平成13年1月30日発行、第20刷（改定版）、第23頁および第24頁、図2.4「トレーサビリティ体系」

### 【0007】

#### 【発明が解決しようとする課題】

上述した現状の標準供給体系は、下記の諸問題点を抱えている。

- （a）急激な社会変化に対応しにくい、硬直した階層構造をもつ標準供給体系になっている。
- （b）校正に要する時間、すなわち校正対象機器を受け付けてから校正作業を実施し、校正証明書を発行するまでの時間、が長い。
- （c）海外に進出した企業の現地工場に対して、校正サービスの実施が困難である。
- （d）標準供給体系が階層性構造となっていることに起因して、より下の階層になるほど、不確かさが増大していく。
- （e）いわゆる「持ち込み」標準であることから、校正が行われたその場所かつその時点でしか、校正值が保証されない。

### 【0008】

よって本発明の目的は、上述の点に鑑み、計量標準分野において精密計測を行うための基準量を遠隔供給することにより、遠隔校正および認証を可能とする、計量機器の遠隔校正システム、および、計量機器の遠隔校正方法を提供することにある。

### 【0009】

**【課題を解決するための手段】**

上記の目的を達成し、かつ、既述の課題（a）～（e）を解決するために、本発明は、計測標準量を通信に適したパラメータに変換し、あるいは通信に適したパラメータとして生成して遠隔地に送り、あるいは通信に適しない場合は輸送に適した形態の計測標準量にして遠隔地に送り、到着した地点において計測標準に復元することにより校正を可能ならしめ、その結果を認証するものである。

**【0010】**

より具体的には、以下に列举する各実施の態様を有する。

**【0011】**

（1）第1の態様は、遠隔地にある計量機器を構成するシステムであって、高精度の標準を有する標準機関側においては、計測の基準となる物理標準を、通信媒体を介して伝送するための伝送可能信号に変換する変換手段を備え；前記伝送可能信号を受信した当該遠隔地側においては、前記伝送可能信号に基づいて計測標準に復元し、被校正機器を校正する校正手段を備え；前記校正による不確かさ評価を伴なった精密測定の結果に応じて、前記高精度の標準を有する標準機関が認証する。

**【0012】**

（2）第2の態様は、上記（1）に記載の遠隔校正システムにおいて、前記物理標準として、周波数情報に関連した標準、または、周波数情報に関連しない標準を用いる。

**【0013】**

（3）第3の態様は、遠隔地にある計量機器を構成するシステムであって、高精度の標準を有する標準機関側においては、計測の基準となる物理標準もしくは化学標準またはこれらの物理的仲介器を輸送する輸送手段を備え；前記物理標準もしくは化学標準またはこれらの物理的仲介器を受信した当該遠隔地側においては、前記物理標準もしくは化学標準またはこれらの物理的仲介器に基づいて被校正機器を校正する校正手段を備え；前記校正による不確かさ評価を伴なった精密測定の結果に応じて、前記高精度の標準を有する標準機関が認証する。

**【0014】**

(4) 第4の態様は、上記(1)ないし(3)のいずれかに記載の遠隔校正システムにおいて、さらに加えて、前記標準機関側および前記遠隔地側の各手段を相互結合するための遠隔校正ネットワークを備え、前記遠隔校正ネットワークにつながった複数の機関が保有している同一標準を互いに監視することにより、校正動作の確認およびその精度の確認を行う。

#### 【0015】

(5) 第5の態様は、計量機器の遠隔校正方法として、高精度の標準を持つ標準機関において、計測の基準となる物理標準を通信手段を介して伝送するための伝送可能信号に変換するステップと、前記通信手段を介して所定の遠隔地に伝送するステップと、前記伝送可能信号が到着した目的地の標準機関、あるいは企業において当該計測標準に復元することにより校正を行うステップと、前記校正による不確かさ評価を伴なった精密測定の結果に応じて、より高精度の標準を持つ標準機関が認証するステップとを有する。

#### 【0016】

(6) 第6の態様は、計量機器の遠隔校正方法として、高精度の標準を持つ標準機関において、計測の基準となる物理量を通信手段を介して伝送できる形態の伝送可能信号として生成するステップと、前記通信手段を介して所定の遠隔地に伝送するステップと、前記伝送可能信号が到着した目的地の標準機関、あるいは企業において当該計測標準に復元することにより校正を行うステップと、前記校正による不確かさ評価を伴なった精密測定の結果に応じて、前記高精度の標準を有する標準機関が認証するステップとを有する。

#### 【0017】

(7) 第7の態様は、計量機器の遠隔校正方法として、高精度の標準を持つ標準機関において、計測の基準となる物理標準もしくは化学標準またはこれらの物理的仲介器を遠隔地に輸送するステップと、前記物理標準もしくは化学標準またはこれらの物理的仲介器を受信した当該遠隔地側において、該物理標準もしくは化学標準またはこれらの物理的仲介器に基づいて被校正機器を校正するステップと、前記校正による不確かさ評価を伴なった精密測定の結果に応じて、前記高精度の標準を有する標準機関が認証するステップとを有する。

**【0018】**

(8) 第8の態様は、上記(5)ないし(7)のいずれかに記載の遠隔校正方法を用いて、上位の標準機関またはそれに準じる機関から、被校正機関または企業への標準供給を行うに際して、標準供給の階層構造数を低減させる。

**【0019】**

(9) 第9の態様は、上記(5)ないし(7)のいずれかに記載の遠隔校正方法において、さらに加えて、上記(5)ないし(7)のいずれかに記載の遠隔校正方法を実行するための遠隔校正ネットワークを形成し、該遠隔校正ネットワークにつながった複数の機関が保有している同一標準を相互監視することにより、校正動作の確認およびその精度の確認を行うステップを有する。

**【0020】**

(10) 第10の態様は、上記(9)に記載の遠隔校正方法において、前記相互監視を行うステップは、一国内の標準機関間のみならず、国際的にまたがった標準機関間においても相互監視を行う。

**【0021】**

(11) 第11の態様は、上記(9)に記載の遠隔校正方法において、前記高精度の標準を持つ標準機関は上位標準機関であり、該上位標準機関から光の周波数情報を含む周波数情報、および、周波数情報に変換できる物理量を前記通信手段を介して遠隔地にある被校正機関に伝送し、当該周波数情報が到着した地点において計測標準に復元することにより校正を行い、前記校正の結果に応じて、前記上位標準機関から、所定の通信手段を介して前記被校正機関に認証結果が伝達される。

**【0022】**

(12) 第12の態様は、上記(11)に記載の遠隔校正方法において、前記上位標準機関および前記被校正機関は、人工衛星を同時に観察できる2地点に位置しており、該人工衛星の信号源から送られてくる信号を媒体として周波数校正を行う。

**【0023】**

(13) 第13の態様は、上記(11)に記載の遠隔校正方法において、前記

上位標準機関および前記被校正機関は、人工衛星を同時に観察できる2地点に位置しており、前記人工衛星の信号源に含まれている基準クロック信号と、周波数制御可能な発振器の分周信号とを比較し、その誤差信号がゼロになるように前記周波数制御可能な発振器に帰還することにより、遠隔地において周波数標準の復元を行う。

#### 【0024】

(14) 第14の態様は、上記(12)または(13)に記載の遠隔校正方法において、前記人工衛星は、全地球測位システム用衛星または準天頂衛星である。

#### 【0025】

(15) 第15の態様は、上記(12)または(13)に記載の遠隔校正方法において、前記人工衛星から複数の周波数情報を受信することにより、上空の人工衛星に搭載されている電波発振物体と、地上の受信施設との間にある雲もしくは水蒸気を含む誘電物質による電波伝播遅延時間に基づく誤差を最小化せしめることができる。

#### 【0026】

(16) 第16の態様は、上記(11)に記載の遠隔校正方法において、前記計測標準として復元した周波数標準を基に、物理法則により周波数に直結する物理量を復元する。

#### 【0027】

(17) 第17の態様は、上記(16)に記載の遠隔校正方法において、前記物理法則により周波数に直結する物理量として、ジョセフソン電圧を用いる。

#### 【0028】

(18) 第18の態様は、上記(16)に記載の遠隔校正方法において、前記復元した周波数標準から電圧標準に変換し、その復元した電圧標準を基に、電圧に変換した物理量を遠隔校正する。

#### 【0029】

(19) 第19の態様は、上記(6)に記載の遠隔校正方法において、前記高精度の標準を持つ標準機関である上位標準機関では、光通信伝送路と一体になつ

た物理標準生成手段によって物理標準を発生し、前記光通信伝送路を介して遠隔地にある被校正機関に前記物理標準を伝送し、伝送された前記物理標準が到着した地点において計測標準に復元することにより校正を行い、前記校正の結果に応じて、前記上位標準機関から、所定の通信手段を介して前記被校正機関に認証結果が伝達される。

#### 【0030】

(20) 第20の態様は、上記(6)に記載の遠隔校正方法において、前記高精度の標準を持つ標準機関は上位標準機関であり、該上位標準機関において基準となる物理量との干渉信号を光通信伝送路を介して遠隔地にある被校正機関に伝送し、伝送された前記干渉信号が到着した地点において計測標準に復元することにより校正を行い、前記校正の結果に応じて、前記上位標準機関から、所定の通信手段を介して前記被校正機関に認証結果が伝達される。

#### 【0031】

(21) 第21の態様は、上記(7)に記載の遠隔校正方法において、前記物理的仲介器としての物理標準あるいは化学標準の特性に影響を与える輸送途中の環境をモニタリングして記録し、目的地に到着後は直ちに、より高精度の標準を持つ標準機関が所定の通信手段を介して当該記録を分析し、適切な輸送環境条件範囲内であったか否かを判断し、

前記物理的仲介器による校正結果が許容範囲内にある場合、上位標準機関である前記高精度の標準を持つ標準機関から、前記被校正機関に対して通信により認証結果が伝達される。

#### 【0032】

(22) 第22の態様は、上記(21)に記載の遠隔校正方法において、前記輸送途中の環境として、温度、湿度、気圧、振動加速度、衝撃を記録する。

#### 【0033】

##### 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しながら、本発明の各実施の形態を説明していく。

#### 【0034】

図1は、本発明に係る遠隔校正の概念を示す説明図である。換言すると本図は

、インターネット・光通信・G P S 関連などの情報通信技術を利用することにより、品質保証の原点である標準供給を迅速かつ廉価かつ正確に実施するための概念説明図である。

#### 【0035】

図1においては、仲介器（移送標準器）によって上位の標準機関（高精度の標準を持つ標準機関）から下位の標準機関（精度の低い標準を持つ標準機関）あるいは産業界への遠隔校正の概念を示している。この仲介器として、①周波数に基づく標準量目の遠隔供給、②周波数に基づかない標準量目の遠隔供給の二つの分野がある。

#### 【0036】

上記①の分野（周波数に基づく標準量目の遠隔供給）は、上位標準機関において、計測の基準となる物理標準を通信手段によって伝達できる信号に変換し、あるいは計測の基準となる物理量を通信手段によって伝達できる信号として生成し、通信手段によって遠隔地に伝送し、その信号が到着した目的地の標準機関、あるいは企業において計測標準に復元することにより校正（不確かさ評価をともなった精密測定）を可能ならしめ、その結果をより高精度の標準を持つ標準機関が認証する。

#### 【0037】

上記②の分野（周波数に基づかない標準量目の遠隔供給）は、耐輸送環境特性の優れた仲介器を上位標準機関から下位の標準機関あるいは産業界に輸送環境データを集録しながら輸送し、到着したならその集録データを上位標準機関にインターネット等を経由して送って校正に使用可能かを判断してもらい、可能であれば校正を実施し、その校正データをふたたび上位機関に送付して正常な校正值かどうかを判断してもらい、正常な校正值であるならば上位機関が直ちに校正証明書を発行する（認証する）。

#### 【0038】

##### 実施の形態1（図2参照）

図2は、時間・周波数の遠隔校正について示した説明図である。この実施の形態1では、上記①の分野（周波数に基づく標準量目の遠隔供給）における周波数

遠隔校正の具体例を示す。

#### 【0039】

本実施の形態では、地点Bにある被校正発振器の周波数bと送られてくる周波数fとの差周波数（ $b - f$ ）と、A地点にある基準発振器の基準周波数aと送られてくる信号周波数fとの差周波数（ $a - f$ ）とを比較する。

#### 【0040】

すなわち、通信手段を介して両者の差周波数  $| (b - f) - (a - f) | = b - a$  を得る。この差周波数は、基準発振器の周波数aに対して被校正発信器の周波数bのズレを示すものであるから、地点Bにある発信器を校正することできる。

#### 【0041】

また、衛星から電波の到達する地域にある複数の機関においても、同様の遠隔校正が可能である。

#### 【0042】

##### 実施の形態2（図2，図3，図4参照）

図2は、上述の通り、時間・周波数の遠隔校正について示した説明図である。図3は、周波数を基にした標準供給方法を示す説明図である。図4は、周波数標準遠隔供給とリンクした電圧標準遠隔供給の説明図である。

#### 【0043】

この実施の形態2は、上記①の分野（周波数に基づく標準量目の遠隔供給）における、周波数および周波数に関連する物理量標準を詳細化したものである。

#### 【0044】

図3および図4に示すように、世界中の主要標準機関のもつ原子周波数基準器のデータが国際度量衡局（BIPM）に集められて平均化され、世界時（UTC）となる。そして、日本の国家标准としての周波数標準もGPSタイムを仲介してUTCによって校正される。すなわち、周波数と時間は逆数の関係にあるので、時間を確定すれば周波数も確定することになる。

#### 【0045】

被校正対象の周波数基準器は、同様にGPSタイムを仲介して、日本の国家标准

準としての周波数基準器によって校正される。校正された周波数基準器を基にして、周波数と正確に関連付けられる物理量を標準物理量として発生することができる。例えば、量子力学的なジョセフソン効果により発生する直流電圧などを用いることができる。ジョセフソン効果によって導き出される量子化電圧は(1)式によって記述される。

$$V_n = nf/K_{J-90} \dots \dots \quad (1)$$

#### 【0046】

ここで、 $V_n$ はn番目の量子化された電圧、nは整数、fは超伝導状態にあるジョセフソン接合に照射されるマイクロ波周波数、 $K_{J-90}$ はジョセフソン定数である。すなわち、量子化電圧は周波数に関連付けられた物理量である。

#### 【0047】

また、上記の周波数と正確に関連付けられる直流電圧と比較することのできる物理量（たとえば、熱変換器(Thermal converter)を介して関連付けられる交流電圧）も、遠隔校正が可能である。

#### 【0048】

##### 実施の形態3（図3参照）

この実施の形態3は、上記①の分野（周波数に基づく標準量目の遠隔供給）における、周波数および周波数に関連する物理量標準を詳細化したものである。

#### 【0049】

図3に示すように、光通信ファイバループの中で極短パルス光を外部信号に同期させつつ回転させるモード同期ファイバレーザによって、光高調波信号群（その周波数軸での形態は、櫛の歯（“comb”）に似ていることから「光コム」と呼ぶ）を発生させることができる。

#### 【0050】

上記の極短パルス光を同期させる外部信号としては、GPSタイムを仲介して校正された周波数基準器信号を用いることができる。このようにして決まる極短パルス光の周期の逆数が、光高調波信号群の間隔を正確に決める。

#### 【0051】

一方、光高調波信号は上述した周波数の等間隔で発生する（等間隔で発生した

光高調波信号の集合を、光高調波信号群と呼ぶ) ので、その信号のどれかを安定な分子共鳴吸収信号(たとえば、近赤外領域の鋭い分子共鳴吸収信号など)にロックさせれば、光高調波信号群の個々の信号が正確な光周波数基準となる。この光周波数基準は光通信ファイバによってどこにでも“配達”され、光波長多重通信や光周波数計測の際の周波数基準になる。すなわち、校正用基準信号の遠隔供給であり、これによって光周波数の遠隔校正が可能になる。

#### 【0052】

##### 実施の形態4 (図3参照)

上述した実施の形態3は、光周波数校正用基準信号の遠隔供給について述べたものであるが、周波数と時間は逆数関係にあるので、すなわち時間の供給でもある(図3参照)。また、光周波数間隔が一定ならばその時間周期も一定であるので、いずれかの時点で時刻と関係付ければ光ファイバを経由して時刻の“配達”も可能である。

#### 【0053】

##### 実施の形態5 (図3参照)

上述した実施の形態3は、光周波数校正用基準信号の遠隔供給について述べたものであるが、その光は、等間隔の光高調波を含んだ近赤外の広帯域光源とみなすことができる(図3参照)。そこで、この光源を長さ測定用の干渉計(たとえば、従属型低コヒーレンス干渉計(二つの低コヒーレンス干渉計を直列に配置した干渉計)に用いることにより、長さ標準の遠隔供給(遠隔校正)が可能になる。

#### 【0054】

##### 実施の形態6 (図3参照)

上述した実施の形態3は、光周波数校正用基準信号の遠隔供給について述べたものであるが、遠隔地に光ファイバを経由して到着した光高調波信号から光学フィルタによって隣り合う2本のスペクトルを抽出することにより、極短パルス光の周期の逆数に相当する周波数を復元できる。極短パルス光の周期はそもそも周波数基準源に同期させたのであるから、遠隔地において周波数基準源の周波数、あるいはその整数倍の周波数を復元することができ、周波数標準の遠隔供給(遠

隔校正) が可能になる。

#### 【0055】

##### 実施の形態7 (図3参照)

周波数標準の遠隔供給に関して、G P S 信号を仲介した空間を伝播する第1の経路と、モード同期レーザ信号を光ファイバで伝播して到着地において光学フィルタによって隣り合う二本のスペクトルを抽出し周波数標準を復元する第2の経路の二重経路で供給し、信号伝達の信頼度を向上させた遠隔校正を行うことができる。

#### 【0056】

##### 実施の形態8 (図5参照)

ここでは、図5を参照して、上記②の分野（周波数に基づかない標準量目の遠隔供給）について説明する。

#### 【0057】

上位の標準機関から下位の標準機関あるいは産業界への周波数に関連しない物理標準の遠隔供給に際して、それぞれの標準量目の仲介器（移送標準器）を輸送しなければならないが、その特性に影響を与える輸送途中の環境（温度、湿度、気圧、振動加速度、衝撃など）をモニタリングして記録し、目的地に到着後は直ちに上位標準機関が通信手段（インターネットなど）によってその記録入手して分析し、適切な輸送環境条件範囲であったか否かを判断する。

#### 【0058】

そして、その分析結果が正常な特性が得られる範疇にあると判断されれば、その仲介器を用いて校正作業を実施する。校正データは再び通信手段によって上位機関に送られ、期待される校正值の範囲であるか否かが判断される。

#### 【0059】

その結果、期待される校正值の範囲であれば、直ちに通信手段を介して認証し、校正証明書を与えることができる。

#### 【0060】

##### 実施の形態9

上述した各実施の形態1～8において、遠隔校正のネットワークを形成するこ

とにより、日本国内の標準機関（認定機関を含む）のみならず国際的な標準機関の計測標準を常時相互監視することができる。すなわち、どこかの機関の標準が異常をきたしていないか、あるいは精度が劣っていないかについて、常時相互監視することができる。

### 【0061】

#### 実施の形態10

上述した各実施の形態1～8において、遠隔校正のネットワークを形成することにより、日本国内の標準機関（認定機関を含む）のみならず国際的な標準機関の計測標準を常時相互補完することができる。すなわち、どこかの機関の標準の精度が悪くなった場合には、その機関を除くほかの機関の平均値を供給することによって精度を維持できるようにすることができる。

### 【0062】

#### 【実施例】

上述した各実施の形態を実施するために必要な具体的要素・技術として、以下に列挙する実施例をあげることができる。

### 【0063】

#### [1] 時間標準の遠隔校正技術の開発について

G P S信号を利用した周波数遠隔校正を行う際、大きく分けると二つの方法がある。

校正する側とされる側が同一のG P S衛星（あるいはそれに準ずる衛星）を観測し、その衛星から受信する信号を媒体として利用するコモンビューフ法（実施例1）。

### 【0064】

発振器の周波数を分周した信号とG P S衛星（あるいはそれに準ずる衛星）から発せられるクロック信号との誤差信号を検出し、その誤差信号がゼロになるよう発振器に負帰還することにより正確な周波数を得る方法。

一般に、上記1)の精度が高い。

### 【0065】

#### [2] 長さ標準遠隔校正技術の開発（波長）について

波長  $1.5 \mu\text{m}$  の光通信帯域でモード同期ファイバレーザにより超短パルスレーザを発振させ、光周波数の基準になる”光コム”の安定化、および分散シフトファイバ中の非線形効果により”光コム”の広帯域化の実験を行い、 $1.3 \sim 1.7 \mu\text{m}$ までのスペクトルの広がりを確認した。通信帯の「光のものさし」の精度評価として、ものさしの目にあたる繰り返し周波数が広い範囲にわたりどれだけの精度を持つか、パッシブな光周波数コムを用いて評価することができる。アセチレン安定化レーザと組み合わせた光周波数計測システムとして不確かさ  $1 \text{ ppb}$  (十億分率)  $\sim 0.1 \text{ ppb}$  を目指すことが可能である。

#### 【0066】

[3] 長さ標準遠隔校正技術の開発（光ファイバ応用）について  
実用長さ標準器の遠隔校正を実現することを目標として、二つの低コヒーレンス光波干渉計（スペクトル幅の広い光源を用いた光波干渉計を二つ製作し、これらを連結したもの）を構成し、 $3 \text{ km}$ 長の単一モード光ファイバーによってスープールミネセントダイオード光（波長； $800 \text{ nm}$ 付近）による干渉情報を伝送させ、呼び寸法  $5 \text{ cm}$ のブロックゲージの測定を  $0.1 \mu\text{m}$ の精度で行うことが可能である。

#### 【0067】

[4] 長さ標準遠隔校正技術の開発（ヨウ素安定化He-Neレーザ）について

通信ネットワークを介したヨウ素安定化He-Neレーザの制御のためにアナログ・デジタル切り替え式制御回路を開発し、双方の方式でヨウ素の吸収信号を確認し、周波数安定化が可能であることを確認した。

#### 【0068】

[5] 電気標準遠隔校正技術の開発（直流）について  
10K動作可能な32, 768個のNbN/TiN/NbNジョセフソン接合集積回路を開発し、また一方で10Kを発生する小型冷凍冷却器を開発した。両者を組み合わせ、 $16 \text{ GHz}$ のマイクロ波を照射することにより1Vのジョセフソン電圧を得ることに成功した。これをもとに、ジョセフソン電圧標準としてのシステム化を実施することが可能である。

### 【0069】

#### [6] 電気標準遠隔校正技術の開発（交流）について

熱電型交直変換器（TC）、高分解能起電力検出回路、ファスト・リバースDC（Fast Reversed DC : FRDC）回路、精密デジタル正弦波発生回路および演算処理ユニットから構成されるAC-D C標準校正システムを実現することが可能である。

### 【0070】

#### [7] 放射能標準遠隔校正技術の開発について

放射能標準の供給範囲拡大のため、Kr-85やXe-133などのガス状放射性物質標準の遠隔校正を行うことが考えられる。このためには、ガス状放射性物質の絶対測定用ガスカウンタ装置を用い、放射性ガスを高精度で値付ける必要がある。このガスを用いて認定事業者の保持する電離箱システム（特定二次）を比較校正することにより、他の $\gamma$ 線核種同様の遠隔校正が可能となり、持ち運びや封入が困難なガス状放射性物質標準のトレーサビリティ確立と供給の拡大に寄与することが可能である。

### 【0071】

#### [8] 三次元測定機標準遠隔校正技術の開発について

2台の同型三次元測定機（CMM）を用いて、一方のCMMから他方のすべての機能をインターネットを介して遠隔操作できることを確認した。このシステムとライブカメラシステムを併用して、ボールプレートを使った不確かさ算出の基礎データを取得した。

### 【0072】

#### [9] 流量標準遠隔校正技術の開発について

国家流量標準設備（石油大流量校正設備）において収録する計測データと画像情報をインターネットを利用してオンラインで他の研究室に送り、遠隔校正を試みることが可能である。

### 【0073】

#### [10] 温度標準遠隔校正技術の開発について

インターネットを利用した温度の遠隔技能試験技術開発のために、仲介器とし

て振動・衝撃につよい白金抵抗温度計を構成することが可能である。また、熱電対温度分布特性の評価については、熱電対温度分布特性評価装置を用いて、個々の熱電対の素線に部分的に存在する不均質の位置の特定とその大きさの測定を行い、炉の温度分布の違いに起因する温度測定の不確かさを  $0.1 \mu V$  以下の分解能で評価することが可能である。

#### 【0074】

##### [11] 分野8. 力学標準遠隔校正技術の開発について

圧力標準遠隔校正のために、仲介器としての高精度デジタル圧力計（大気圧領域）であるシリコンレゾナンス型を選定し、シール部をメタル製に替えてゼロ点の安定性を向上させ、実性能の評価を LAN により実施した。

#### 【0075】

##### 【発明の効果】

以上説明した通り本発明によれば、精密計測を行うための基準量を遠隔供給することにより、被校正機関あるいは産業界の利用者の現場における遠隔校正、および、その認証を行うことができる。特に本発明によれば、上位の標準機関またはそれに準じる機関から、被校正機関または企業への標準供給を行うに際して、標準供給の階層構造数を低減させることができる他、階層数が少なくなることにより、不確かさの増大を防ぐことができる。

#### 【0076】

また本発明によれば、リアルタイム性があり、かつ低廉な遠隔校正によって測定機器の校正を隨時行い、測定機器の内部基準源を高精度に保つメカニズムのコストを大幅に低減することができる（従来の測定機器では、内部基準源を長期間にわたって高精度に保つメカニズムに起因してコスト高になっている）。

#### 【0077】

すなわち、本発明によれば、計量標準を通信技術を利用して遠隔供給（校正）することにより、

- 1) 産業構造の激しい変化に対応した校正時間の短縮化を図ること；
- 2) 安い労働力を求めて海外に進出した企業に対して、現地での高度な校正サービスの実施を可能にすること；

- 3) 通信技術により国家標準から産業界への直接供給を可能にすることにより、階層構造による計量標準供給の不確かさの増大を除くこと；
- 4) 一国内にすべての高精度標準を用意しなくても、地域（アジア地域、ヨーロッパ地域、南北アメリカ地域など）や、世界全体で互いに標準をネットワーク経由で補完しあえること；
- 5) 遠隔校正ネットワークにつながった複数の機関の同一標準量を互いに監視し合い、常に正常動作しているか否かをモニタリングしあえること；
- 6) 校正したその場で、その時点でしか校正值を保証しない従来の「持ち込み校正」と異なり、利用者の現場において校正值を保証することができること；などの格別な効果を奏することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る遠隔校正の概念を示す説明図である。

【図 2】

時間・周波数の遠隔校正方法を示す説明図である。

【図 3】

周波数を基にした標準供給方法を示す説明図である。

【図 4】

周波数標準遠隔供給とリンクした電圧標準遠隔供給を示す説明図である。

【図 5】

周波数を基にしない量の標準供給方法を示す説明図である。

【符号の説明】

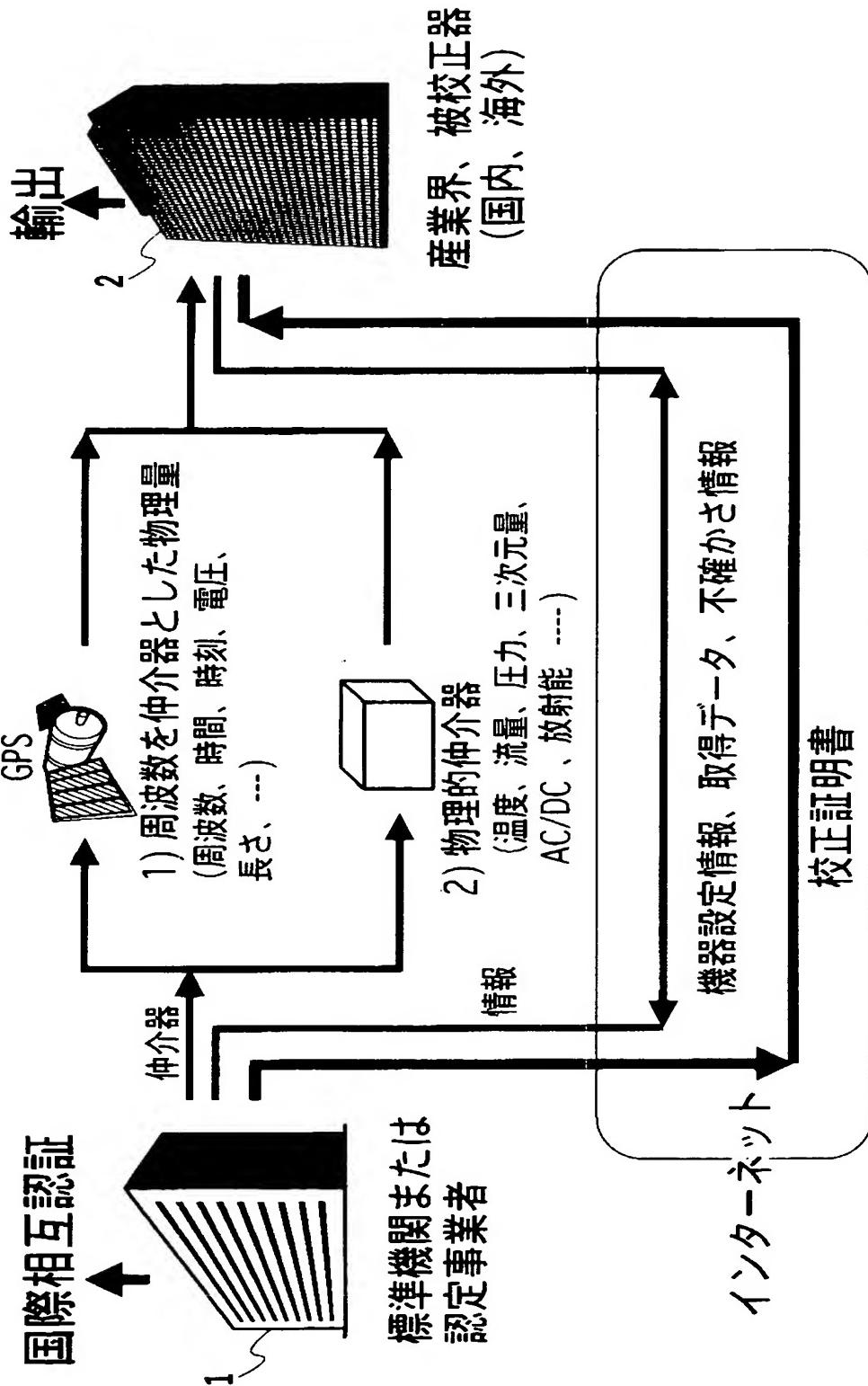
- 1 標準機関または認定事業者
- 2 産業界または被校正器

【書類名】

図面

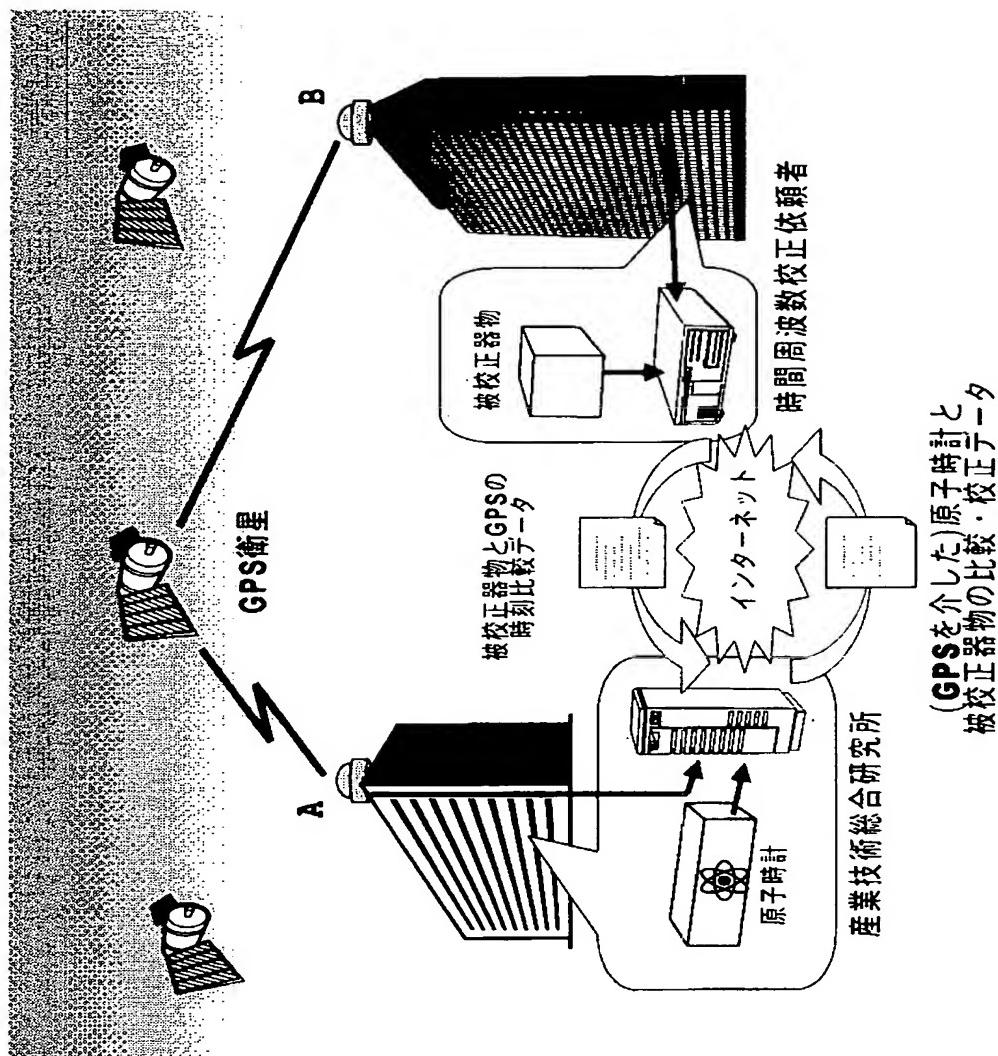
【図1】

## 遠隔校正の概念



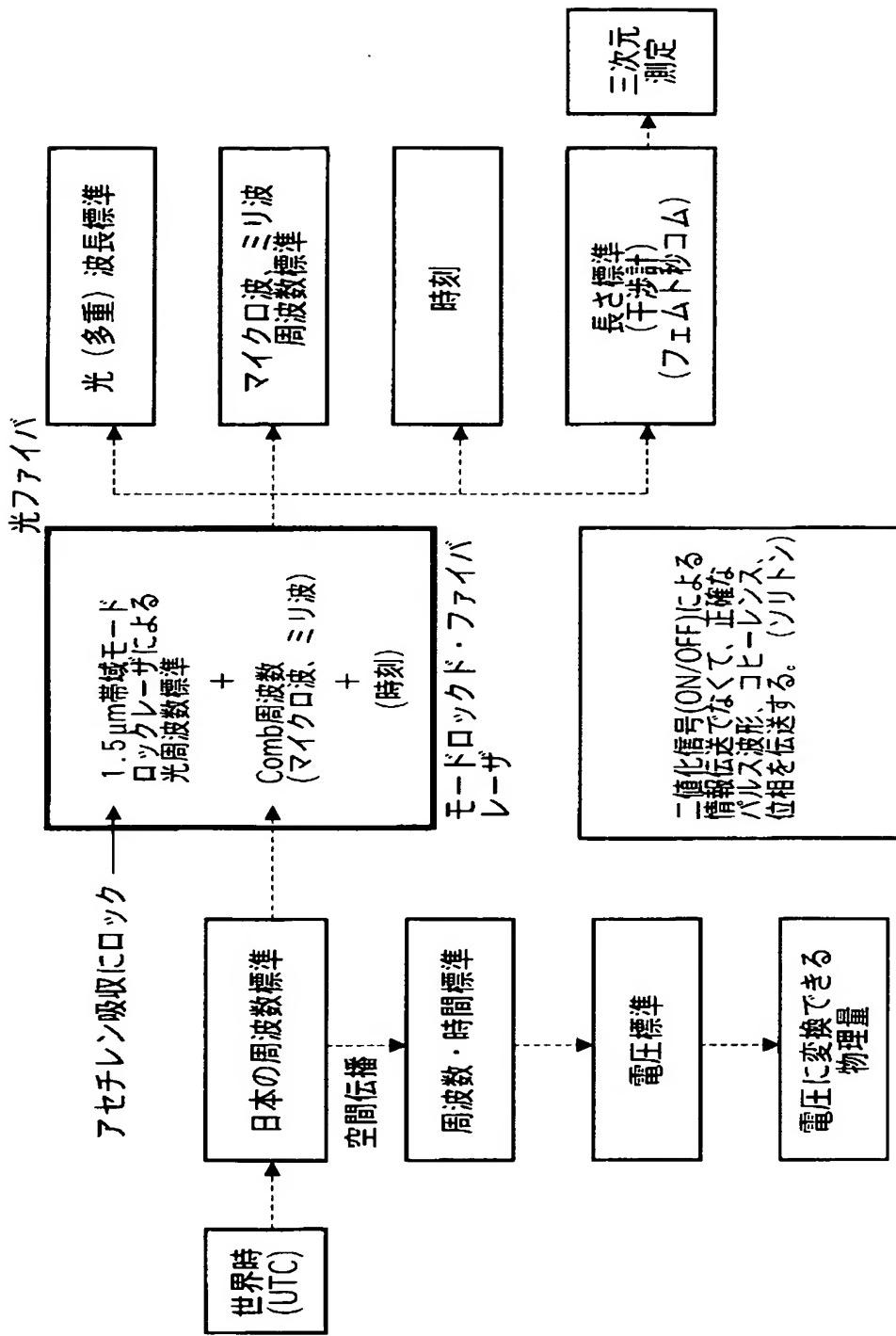
【図 2】

時間・周波数の遠隔校正



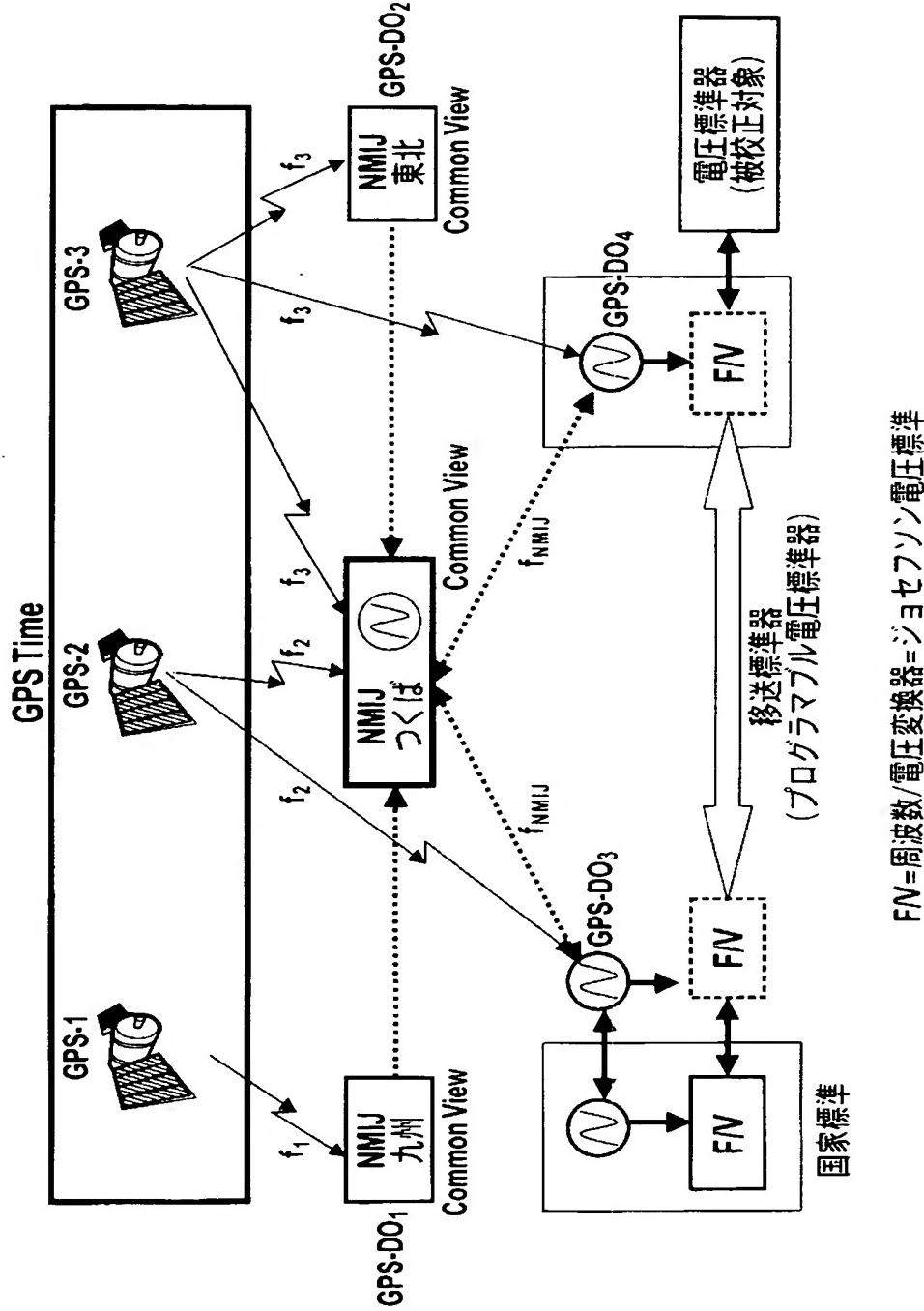
【図 3】

### 周波数を基にした標準供給方法



【図 4】

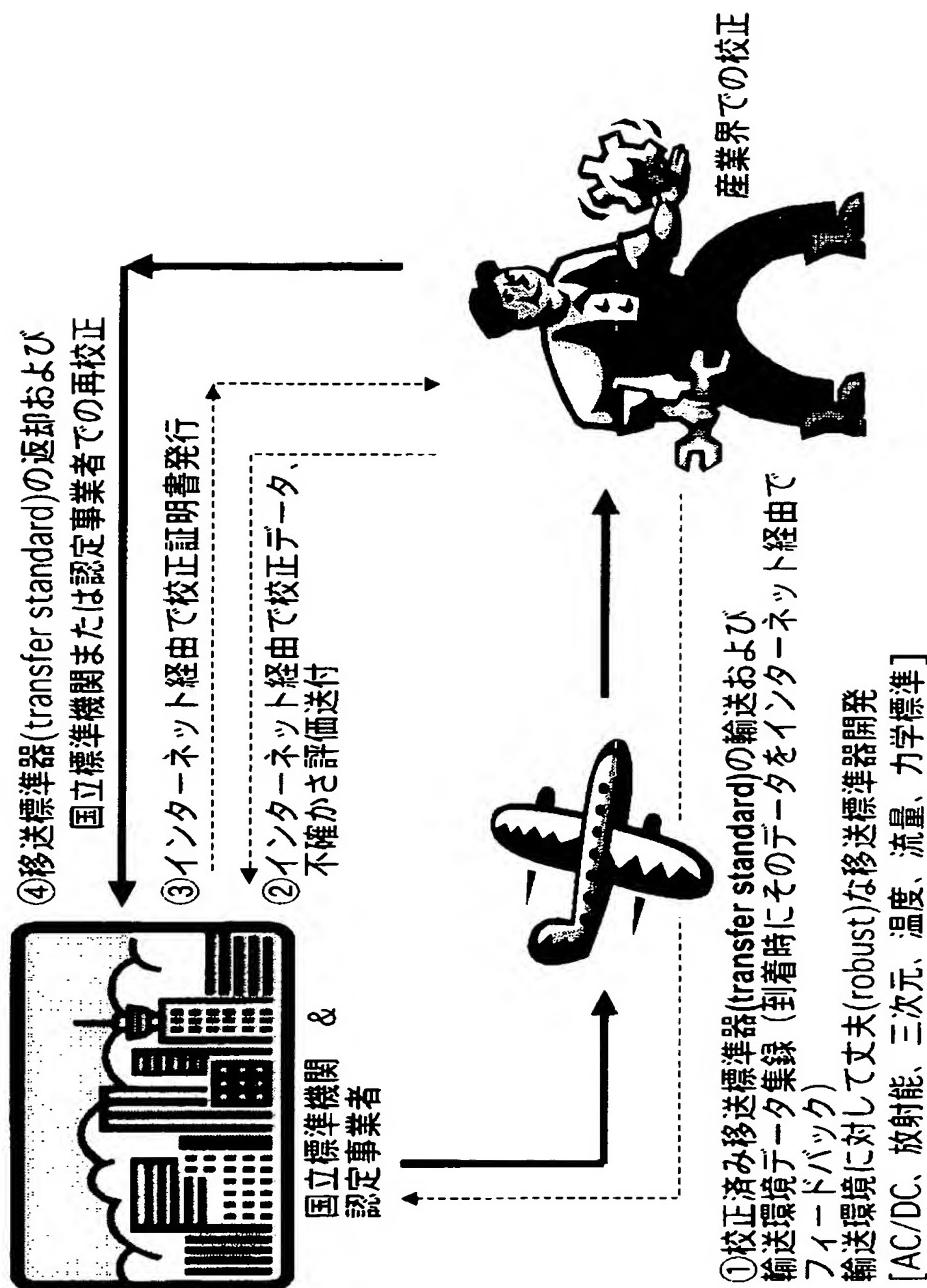
周波数標準遠隔供給とリンクした電圧標準供給



F/N = 周波数/電圧変換器=ジョセフソン電圧標準

【図 5】

### 周波数を基にしない量の標準供給方法



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 精密計測を行うための基準量を遠隔供給することにより、被校正機関あるいは産業界の利用者の現場における遠隔校正、および、その認証を行う。

【解決手段】 計測標準量を通信に適したパラメータに変換し、あるいは通信に適したパラメータとして生成して遠隔地（2）に送り、あるいは通信に適しない場合は輸送に適した形態の計測標準量にして遠隔地（2）に送り、到着した地点において計測標準に復元することにより校正を可能ならしめ、その結果を認証する。

【選択図】 図1

**認定・付加情報**

|         |               |
|---------|---------------|
| 特許出願の番号 | 特願2003-123782 |
| 受付番号    | 50300713221   |
| 書類名     | 特許願           |
| 担当官     | 小松 清 1905     |
| 作成日     | 平成15年 6月12日   |

**<認定情報・付加情報>**

|       |             |
|-------|-------------|
| 【提出日】 | 平成15年 4月28日 |
|-------|-------------|

次頁無

特願 2003-123782

出願人履歴情報

識別番号 [301021533]

1. 変更年月日 2001年 4月 2日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区霞が関 1-3-1  
氏 名 独立行政法人産業技術総合研究所